

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

REC'D 02 MAR 2000

WIPO

PCT

ESV

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Bescheinigung

Die Arnold & Richter Cine Technik GmbH & Co Betriebs KG in München/Deutschland hat
eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Trennung von Medien wie Laufbildfilmen,
Videobändern oder dergleichen gespeicherten Bildfolgen
in Einzelsequenzen"

am 10. Dezember 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüngli-
chen Unterlage dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol
G 11 B 27/028 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 26. Januar 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Zeichen: 198 59 087.3

Wenner

ARNOLD & RICHTER CINE TECHNIK
GmbH & Co. Betriebs KG
Postfach 40 01 49

80701 München

AR274

Verfahren zur Trennung von auf Medien wie Laufbildfilmen,
Videobändern oder dergleichen gespeicherten Bildfolgen in
Einzelsequenzen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Trennung von auf Medien wie Laufbildfilmen, Videobändern oder dergleichen gespeicherten Bildfolgen in Einzelsequenzen.

Es ist bekannt, aufeinanderfolgende Szenen eines Laufbildfilmes oder Videobandes manuell in Einzelsequenzen aufzuteilen, um diese Einzelsequenzen dann ggf. in anderer Reihenfolge zusammenzusetzen, zu verwerfen oder zu speichern. Der

Beginn einer Einzelsequenz wird dabei üblicherweise durch ein einzelnes oder mehrere Startbilder ausgelöst, beispielsweise durch die Aufnahme einer Filmklappe mit darauf notierter Zuordnung.

Die Bildfolgen können auf unterschiedlichen Aufnahmemedien enthalten sein, wie Laufbildfilmen, Videobändern, elektronischen Speichermedien wie CDs oder dergleichen. In vielen Anwendungsfällen erfolgt eine parallele Aufnahme auf Laufbildfilmen und einem elektronischen Speichermedium, wobei die elektronisch gespeicherte Bildfolge aus einem optischen Strahlengang einer Laufbildkamera ausgespiegelt und über einen Videochip oder eine Videokamera in Videosignale umgesetzt wird, die auf dem elektronischen Speichermedium gespeichert werden.

In zahlreichen Anwendungsfällen ist eine automatische Trennung insbesondere digitalisierter Filme in Einzelsequenzen erwünscht, ohne daß eine manuelle Trennung oder die Aufnahme von Startbildern zur Einleitung einer Einzelsequenz erforderlich ist. Insbesondere im medizinischen Bereich ist eine solche automatische Trennung digitalisierter Filme in Einzelsequenzen wünschenswert, um unmittelbar nach einer Aufnahme der Bildfolgen Einzelsequenzen zur Diagnose zur Verfügung zu stellen. Dabei kommt es in entscheidendem Maße darauf an, daß zum einen bei der automatischen Trennung keine Bilder verlorengehen und daß zum anderen eine hohe Erkennungsrate zur Auflösung der Bildfolge in Einzelsequenzen erzielt wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur automatischen Trennung, insbesondere digitalisierter Laufbildfilme, Videoaufnahmen oder dergleichen anzugeben, das eine größtmögliche Erkennungsrate der Einzelsequenzen sicherstellt und gewährleistet, daß keine Bilder bei der Anwendung des Trennverfahrens verlorengehen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Lösung stellt zum einen eine höchstmögliche Erkennungsrate sicher und gewährleistet zum anderen den Erhalt sämtlicher Bilder der Bildfolgen eines Laufbildfilmes, Videobandes oder dergleichen.

Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich insbesondere zur Realisierung in einer Datenverarbeitungseinrichtung mit entsprechenden Hardware-Komponenten und kann sowohl für Einzelplatzanwendungen als auch in vernetzten Systemen sowie für Datenfernübertragungen eingesetzt werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den Merkmalen der Unteransprüche zu entnehmen.

In der praktischen Anwendung erweist es sich als vorteilhaft, ein ausgewähltes Einzelbild, vorzugsweise das jeweils erste Einzelbild, einer Einzelsequenz als Ikone auf einem Monitor darzustellen, so daß durch Anklicken der Ikone die betreffende Einzelsequenz gestartet werden kann. Durch aufeinanderfolgendes Anklicken mehrerer Ikonen kann eine Folge von Einzelsequenzen zur Ansicht gestartet werden.

Anhand eines Ausführungsbeispiels soll der der Erfindung zugrunde liegende Gedanke nachfolgend näher erläutert werden.

Für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens und der daraus abgeleiteten Software zur automatischen Trennung digitalisierter kardiologischer Filme in Einzelsequenzen werden in dem Ausführungsbeispiel als Medien 35mm-Laufbildfilme und S-VHS Videobänder verwendet. Auf diesen Medien sind insgesamt drei Arten von Sequenzwechseln zu beobachten:

1. Auf 35mm-Laufbildfilm (negativ) zwei bis drei nahezu weiße Bilder, oftmals bis zu drei solcher Sequenzwechsel in kurzen Abständen (ca. drei Bilder) hintereinander;
2. Auf Videoband bis zu 30 nahezu schwarze Bilder;
3. Auf Videoband am Sequenzende 10 bis 15 - abgesehen vom Rauschen - identische Einzelbilder, dann Start der nächsten Sequenz ohne besonders markierte Zwischenbilder.

Die beiden ersten Sequenzwechsel werden nachfolgend als Sequenzwechsel erster Art und der dritte Sequenzwechsel als Sequenzwechsel zweiter Art bezeichnet. Diese Sequenzwechsel erster und zweiter Art werden wie folgt behandelt:

Sequenzwechsel erster Art, die auf einer starken Änderung der mittleren Helligkeit basieren, können sehr zuverlässig erkannt werden, bei gutem Bildmaterial kann eine Erkennungsrate von 100 % erreicht werden.

Die Trennung erfolgt durch das Setzen von Trennmarken ersten und zweiten Typs für Sequenzwechsel erster und zweiter Art. Eine Trennmarke ersten Typs ist eine vorgegebene Anzahl aufeinanderfolgender Schwarz- oder Weißbilder. Die als Trennmarken erkannten Bilder werden selbst nicht abgespeichert. Das erste Bild nach der Trennmarke ist auch das erste Bild der nächsten Sequenz. Die Sequenzen selbst müssen mindestens eine vorgegebene Anzahl von Bildern enthalten, sonst werden sie verworfen.

Sequenzwechsel zweiter Art, die auf einer Änderung des Bildinhaltes basieren, sind wesentlich schwerer zu erkennen, da die Größe der Änderung variiert und auch innerhalb einer Sequenz große Abweichungen zwischen aufeinanderfolgenden Bildern vorkommen können. In vielen Anwendungsfällen wird nur eine Erkennungsrate von ca. 75 % erreicht, d.h. nicht alle Sequenzwechsel werden als solche erkannt und gelegentlich wird eine Trennung innerhalb einer Sequenz vorgenommen. Es wird jedoch sichergestellt, daß keine Bilder verlorengehen.

Die Trennung erfolgt nach Maßgabe der folgenden Regeln:

- a) Eine Trennmarke zweiten Typs ist ein Bild, dessen Inhalt sich von den Inhalten der vorangegangenen Bilder stark unterscheidet;
- b) Trennmarken ersten Typs haben immer Vorrang;

- c) Trennmarken zweiten Typs, die sich innerhalb eines vorgegebenen Abstandes von Trennmarken ersten Typs befinden, werden nicht berücksichtigt;
- d) Trennmarken zweiten Typs werden nicht berücksichtigt, wenn die vorangehende Sequenz nicht mindestens eine vorgegebene Anzahl von Bildern enthält;
- e) Das als Trennmarke erkannte Bild ist das erste Bild der nächsten Sequenz.

Zur Einstellung des Verhaltens des automatischen Trennverfahrens werden die wichtigsten, nachstehend angegebenen Parameter sowie die folgenden Dateinamen in einer Datei "splitter.ini" eingestellt bzw. angegeben:

- a) Der Parameter **MeanMinFrames** gibt an, wie viele Bilder die Einzelsequenzen, die von Trennmarken ersten Typs abgeschlossen werden, mindestens enthalten müssen. Kürzere Sequenzen werden verworfen.

Da viele Filme nur sehr kurze Sequenzen mit der Einblendung des Patientennamens (Klappe) enthalten, wird bei einem internen Vorgabewert von 12 und einem Wertebereich > 0 ein Wertebereich für diesen Parameter von 4 bis 6 empfohlen.

- b) Der Parameter **MeanSplFrames** gibt an, aus wie vielen Bildern eine Trennmarke ersten Typs mindestens bestehen muß, damit eine Trennung vorgenommen wird. Der Vorgabewert ist 2, der Wertebereich > 0 .

- c) Der Parameter **Meansensitivity** kennzeichnet die Ansprechempfindlichkeit für Trennmarken ersten Typs von gering bis hoch mit einem Wertebereich von 0.0 bis 1.0. Der Wert 0.0 bedeutet keine Prüfung auf dieses Kriterium. Damit der Beginn einer neuen Sequenz, deren Helligkeit sich stark von der der vorangegangenen Sequenz unterscheidet, sicher erkannt werden kann, darf dieser Wert aber nicht zu hoch sein. Innerhalb des vorstehend angegebenen Wertebereichs wird ein Wertebereich von 0,25 bis 0,35 empfohlen.
- d) Der Parameter **ChangeMinFrames** gibt an, wie viele Einzelbilder Sequenzen, die von Trennmarken zweiten Typs abgeschlossen werden, mindestens enthalten müssen. Bei kürzeren Sequenzen wird die Trennmarke verworfen. Außerdem werden alle Trennmarken zweiten Typs verworfen, die nicht mindestens diesen Abstand von Trennmarken des ersten Typs haben. Vorzugsweise beträgt der Vorgabewert 12 bei einem Wertebereich > 0 .
- e) Der Parameter **Changesensitivity** kennzeichnet die Ansprechempfindlichkeit für Trennmarken zweiten Typs. Bei einem Wertebereich von 0.0 bis 1.0, wobei der Wert 0.0 keine Prüfung auf dieses Kriterium bedeutet, wird für durchschnittliches Videomaterial der Wert 0.7 empfohlen.
- f) Die Datei **SpItDatPath** ("splitmarks.dat") kennzeichnet die Datei, in die eine Liste der Trennmarken geschrieben wird. Sie ist vorzugsweise nur für Debug-Version des Programms gültig.

- g) Die Datei **SeqDatPath** ("sequences.dat") bezeichnet die Datei, in der die Sequenzliste abgelegt wird, wenn nicht auf der Kommandozeile ein anderer Dateiname angegeben wurde.

Die automatische Sequenztrennung kann getrennt für jede Videoquelle in einem Setup-Fenster einer Recording Software aktiviert werden. Sie erfolgt nach dem Abspeichern der Rohdaten auf einer Festplatte und vor der weiteren Verarbeitung zu DICOM Datensätzen. Dabei liegt die Verarbeitungsgeschwindigkeit bei ca. 500 bis 1000 Bildern pro Sekunde. In der Datei VIM.IM der Recording Software wird der vollständige Pfadname des Programms "splitter.exe" als Parameter eingetragen.

In einem Standard-Installationsverzeichnis für die Dateien "splitter.exe" und "splitter.ini" werden entsprechend der Voreinstellung folgende Dateien erzeugt:

1. Eine Loggingdatei "splitter.log";
2. Eine Liste der Trennmarken "splitmarks.dat" für eine Debug-Version;
3. Eine Liste der Einzelsequenzen "sequences.dat".

Zur Bildung des Algorithmus wird jedes Bild zunächst bezüglich Trennmarken ersten Typs untersucht. Wird keine solche gefunden, wird nach Trennmarken zweiten Typs gesucht. Nachdem so eine vorläufige Liste aller möglichen Trennmarken angelegt wurde, erfolgt eine Nachbearbeitung zum Bestimmen der Einzelsequenzen.

Mit der Funktion CheckSplitMean werden Trennmarken ersten Typs aufgefunden. Jeweils über die letzten 16 (MEANFRAMES) Bilder wird ein gleitender Mittelwert (MeanMean) der Bildhelligkeiten berechnet. Aus diesem und dem Parameter MeanSensitivity wird ein unterer (LThresh) und oberer (UTresh) Schwellwert wie folgt bestimmt:

$$\text{LThresh} = \text{MeanSensitivity} * \text{MeanMean}$$

$$\text{UTresh} = 255 - \text{MeanSensitivity} * (255 - \text{MeanMean})$$

Überschreitet der Mittelwert des aktuellen Bildes UTresh, so wird eine Weiß-Trennmarke (SPLT_WHITE) gesetzt, unterschreitet er LThresh, so wird eine Schwarz-Trennmarke (SPLT_BLACK) gesetzt. Die Mittelwerte der Trennmarkenbilder gehen dabei nicht in den gleitenden Durchschnitt ein.

Mit der Funktion CheckSplitChange werden von Trennmarken zweiten Typs aufgefunden, indem zwischen dem aktuellen und dem vorhergehenden Bild die RMS-Abweichung (CurrRmsDiff) der Pixelhelligkeiten berechnet wird. Es wird ein gleitender Mittelwert (MeanRmsDiff) der RMS-Abweichungen über die letzten 16 (MEANFRAMES) Bildwechsel und daraus und aus dem Parameter ChangeSensitivity ein Schwellwert (DiffThresh) wie folgt bestimmt:

$$\text{DiffThresh} = (8 - 6 * \text{ChangeSensitivity}) * \text{MeanRmsDiff}$$

Überschreitet die RMS-Abweichung des aktuellen Bildwechsels den Schwellwert, so wird eine Trennmarke (SPLT_CHANGE) gesetzt. RMS-Abweichungen von Trennmarken zweiten Typs gehen in den gleitenden Mittelwert ein, nicht jedoch solche vom ersten Typ.

Mit der Funktion EvaluateSplit werden die Einzelsequenzen aus der Trennmarkenliste mit folgender Maßgabe bestimmt:

1. Alle Trennmarkensequenzen ersten Typs, die kürzer als die Anzahl MeanSpltFrames Bilder sind, werden verworfen.
2. Alle Trennmarken zweiten Typs, die näher als ChangeMin-Frames Bilder an den verbliebenen Trennmarken ersten Typs liegen, werden verworfen.

Die so gebildeten Einzelsequenzen starten

1. mit dem ersten Bild in der Datei oder
2. mit dem ersten Bild nach einer Trennmarke ersten Typs oder
3. mit einer Trennmarke zweiten Typs.

und enden

1. mit dem letzten Bild in der Datei oder
 2. mit dem letzten Bild vor einer Trennmarke ersten Typs, wenn sie mindestens MeanMinFrames Bilder lang ist, sonst wird die Sequenz verworfen, oder
 3. mit dem letzten Bild vor einer Trennmarke zweiten Typs, wenn sie mindestens ChangeMinFrames Bilder lang ist. Sonst wird die Trennmarke verworfen.
-

* * * * *

Ansprüche

1. Verfahren zur Trennung von auf Medien wie Laufbildfilmen, Videobändern oder dergleichen gespeicherten Bildfolgen in Einzelsequenzen,

dadurch gekennzeichnet,

daß Sequenzwechsel erster Art, die auf einer Änderung der mittleren Helligkeit aufeinanderfolgender Bilder beruhen, die ein vorgegebenes Maß über- oder unterschreiten und/oder Sequenzwechsel zweiter Art, die auf einer Änderung des Bildinhaltes aufeinanderfolgender Bilder beruhen, erfaßt und Trennmarken zur automatischen Trennung der Bildsequenzen in Einzelsequenzen gesetzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Sequenzwechsel erster Art aus einer vorgebbaren Anzahl aufeinanderfolgender Einzelbilder im wesentlichen gleicher Helligkeit bestehen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Sequenzwechsel zweiter Art aus einer vorgebbaren Anzahl Einzelbilder mit im wesentlichen übereinstimmendem Bildinhalt bestehen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Sequenzwechsel zweiter Art aus einem Einzelbild besteht, dessen Inhalt sich von den Inhalten vorangegangener Bilder um ein vorgebbares Maß unterscheidet.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bildsequenzen vor der Bestimmung von Sequenzwechseln erster und zweiter Art digitalisiert werden.
6. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Trennmarken ersten Typs für Sequenzwechsel erster Art und Trennmarken zweiten Typs für Sequenzwechsel zweiter Art gesetzt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bildsequenzen zunächst nach Trennmarken ersten Typs untersucht und bei fehlenden Trennmarken ersten Typs nach Trennmarken zweiten Typs untersucht werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine vorläufige Liste aller möglichen Trennmarken angelegt wird und daß eine Nachbearbeitung zum Bestimmen der Einzelsequenzen erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß Trennmarken ersten Typs vorrangig behandelt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß Trennmarken zweiten Typs, die sich innerhalb eines vorgegebenen Abstandes von Trennmarken ersten Typs befinden, verworfen werden.
-
11. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß Trennmarken zweiten Typs nur berücksichtigt werden, wenn die vorangegangene Bildsequenz eine vorgegebene Anzahl Einzelbilder enthält.
12. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Trennmarken, die auf Bildsequenzen beruhen, die eine vorgegebene Anzahl Einzelbilder unterschreiten, verworfen werden.
13. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß Trennmarken ersten Typs aus einer vorgegebenen Anzahl aufeinanderfolgender Schwarz- oder Weißbildern bestehen.

14. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die als Trennmarken erkannten Bilder selbst nicht abgespeichert werden und daß das erste Bild nach der Trennmarke das erste Bild der nächsten Bildsequenz ist.
15. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß über eine vorgegebene Anzahl von Einzelbildern ein gleitender Mittelwert der Bildhelligkeiten berechnet und aus dem gleitenden Mittelwert und einem Parameter für die Ansprechempfindlichkeit der Trennmarken ersten Typs ein unterer und oberer Schwellwert bestimmt wird und daß eine Weiß-Trennmarke gesetzt wird, wenn der Mittelwert des aktuellen Bildes den oberen Schwellwert überschreitet und daß eine Schwarz-Trennmarke gesetzt wird, wenn der Mittelwert des aktuellen Bildes den unteren Schwellwert unterschreitet.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittelwerte der Trennmarkenbilder nicht in den gleitenden Durchschnitt eingehen.
17. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Auffinden von Trennmarken zweiten Typs zwischen dem aktuellen und dem vorhergehenden Bild die RMS-Abweichung der Pixelhelligkeiten berechnet wird, daß ein gleitender Mittelwert der RMS-Abweichungen über eine vorgebbare

Anzahl vorangegangener Bildwechsel und aus einem die Ansprechempfindlichkeit für Trennmarken zweiten Typs angehenden Parameter ein Schwellwert bestimmt wird, und daß eine Trennmarke gesetzt wird, wenn die RMS-Abweichung des aktuellen Bildwechsels den Schwellwert überschreitet.

18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß RMS-Abweichungen von Trennmarken des zweiten Typs in den gleitenden Mittelwert eingehen, nicht jedoch solche von Trennmarken des ersten Typs.
19. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Bestimmen der Einzelsequenzen aus der Trennmarkenliste alle Trennmarkensequenzen mit Trennmarken des ersten Typs verworfen werden, die kürzer sind als die Anzahl Einzelbilder, die erforderlich ist, um eine Trennmarke ersten Typs zu setzen und daß alle Trennmarken zweiten Typs verworfen werden, die näher als die minimale Anzahl von Bildern einer Sequenz, die erforderlich ist, um durch Trennmarken zweiten Typs abgeschlossen zu werden, an den verbliebenen Trennmarken ersten Typs liegen.
20. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Sequenz mit dem ersten Bild einer Datei oder mit dem ersten Bild nach einer Trennmarke ersten Typs oder mit einer Trennmarke zweiten Typs startet und mit dem letzten

Bild der Datei oder mit dem letzten Bild vor einer Trennmarke ersten Typs, wenn sie mindestens die Anzahl Einzelbilder erhält, die erforderlich ist, um eine Trennmarke ersten Typs zu setzen, oder mit dem letzten Bild vor einer Trennmarke zweiten Typs, wenn sie mindestens die minimale Anzahl von Bildern einer Sequenz enthält, die erforderlich ist, um durch Trennmarken zweiten Typs abgeschlossen zu werden, endet.

21. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein ausgewähltes Einzelbild, vorzugsweise das jeweils erste Einzelbild, einer Einzelsequenz als Ikone auf einem Monitor dargestellt wird und daß durch Anklicken der Ikone die Einzelsequenz gestartet wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch Anklicken mehrerer Ikonen eine Folge von Einzelsequenzen zur Ansicht gestartet wird.
23. Verwendung des Verfahrens nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche zur automatischen Trennung digitalisierter Filme, insbesondere kardiologischer Filme, in Einzelsequenzen.

* * * * *

Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Trennung aufeinanderfolgender Bildsequenzen von Laufbildfilmen, Videobändern oder dergleichen in Einzelsequenzen, werden Sequenzwechsel erster Art, die auf einer Änderung der mittleren Helligkeit aufeinanderfolgender Bilder beruhen und/oder Sequenzwechsel zweiter Art, die auf einer Änderung des Bildinhaltes aufeinanderfolgender Bilder beruhen, erfaßt und Trennmarken zur automatischen Trennung der Bildsequenzen in Einzelsequenzen gesetzt.

* * * * *

THIS PAGE BLANK (USPTO)